CONCRETE LABORATORY LTD

DEVELOPMENT OF PERMEABILITY DATA ON 50-MM THICK CONCRETE SPECIMENS (PART OF THE PROGRAM OF THE FEDERAL PANEL ON ENERGY R & D (PERD))

PROVISIONAL FINAL REPORT

BY

LABORATOIRE DE BETON LTEE

Work on the project was conducted under the auspices of the Canada Centre for Mineral and Energy Technology, Energy Mines and Resources Canada

DSS File n° : 007SQ.23440-8-9167
DSS Contract Serial n° : 23440-8-9167/01SQ
Canmet Scientific Authority : Mr. G. Carette

31 pp

MICROMEDIA

Our File n° : B5925

September 1992

QUALITY CONTROL - MATERIALS TESTING
3420 East, St-Joseph blvd., MONTREAL, Qc H1X 1W6
Tel: (514) 255-0613, Telex 055-62366

SCOPE

The objective of the present investigation was to perform permeability tests on air entrained concrete containing a water-reducing and dispersing agent or a superplasticizer. The water to cement ratio covered the entire range of W/C encountered in construction operation from 0.80 to 0.20 in 0.10 increment.

CONCRETE MIXTURES

The concrete mixtures were prepared in our laboratory. A tilting drum mixer was used for the machine mixing procedure of ASTM C192. The properties of the fresh and hardened concrete were then determined. Several small mixes were realized prior to the investigation to determine the admixtures dosages and the water demand.

MATERIALS

- **Cement**

Portland cement (ASTM type I) was used. The cement certificate is shown in appendix A.

- **Aggregate**

The coarse fraction consisted of graded crushed limestone with a maximum size of 20 mm, and the fine fraction was natural sand.

The grading and physical properties of the fine and coarse aggregates are given in tables 1 and 2.

- Admixtures

A sulphonated hydrocarbon type air admixture was used in the air entrained concrete mixtures.

A sulphonated naphthalene formaldehyde condensate superplasticizer was used in for the low water/cement ratio concrete mixtures (W/C = .22 & .30) and for the others a lignosulphonated water-reducing and dispersing agent was employed.

Technical data sheets for these admixtures are shown in appendix A.

MIXTURE PROPORTIONS

The detailed mixture proportions are given in table 3.

PROPERTIES OF FRESH CONCRETE

The properties of freshly mixed concrete i.e. temperature, slump, density and air content are given in table 4.

TESTING OF SPECIMENS

The cylinders for the permeability testing were removed from the curing room after 24 to 27 days, and allowed to dry for one day at room temperature. A dry concrete surface is necessary to achieve a good bond between the concrete surface and the epoxy mortar. Following this, the cylinders were jacketed with an epoxy resin incorporating mineral fillers and

fine sand which is necessary to reduce shrinkage and to prevent bond failure due to cracking. The jacketed cylinders were then cut to a thickness of 2-1/4 inches and placed in the permeability cells at 28 days for testing at a water pressure of 500 psi. The measure of permeability is represented by the outflow over a period of 480 hours; 240 hours before and after the mentioned testing period. It is express as the 60-day, 120-day or 180-day permeability. For low water/cement ratio this may be extended to one or two years before and outflow occur and a 480 hours permeability reading may be taken.

Testing is still underway for the 0.22 and 0.30 W/C and test results will be transmitted as they become available. No outflow has been measured to date after more than 7500 hours of testing.

RESULTS

The average compressive strength results (three tests) obtained at 1, 2, 3, 6 and 12 months are given in table 4.

The permeability test results at different age are given in table 5 for the W/C ratios from 0.40 to 0.80. No results are available on the 0.22 and 0.30 W/C since no outflow has been measured after more than 7500 hours of testing.

In figure 1, the results of this study are compared with the results obtained in previous studies [1, 2] using the same procedure. The coefficient of variation is very high with an average value close to 50%.

The permeability results varie with time. For the lower W/C it is slowly diminishing while it is increasing for the higher W/C. In the case of the higher W/C (0.70 and 0.80) the increase is very rapid occurring in less than 50 hours.

The outflow after being relatively constant for a short period (600 to 900 hours) suddenly start to increase very rapidly and becomes so high that the test has to be discontinued.

COMMENTS

This study uses the same testing procedures as in the previous studies [1, 2] with the exception of the height of the test cylinders that was reduced from 125 mm to 55 mm to accelerate the time required to obtain and outflow. For specimen with W/C of 0.40 and 0.50, the change has been successful in accelerating substantially the time required to obtain and outflow. However, the low height of the specimen may be a dominant factor causing the sudden rapid increase of the outflow for the high W/C ratio (0.70 and 0.80) test specimen.

For W/C ratio of 0.60 or smaller, the permeability results are comparable to those obtained in previous studies. For W/C ratio of 0.70 and greater the measured permeability are higher

---

[1] Hope & Sabell - Development of pression cells for the measurement of permeability of porous and dense concrete.

[2] Bisaillon & Malhotra - Permeability of concrete using a uniaxial water-flow method.

than in the previous studies probably due to the high pressure used and low height of the specimen.

As for the previous studies the coefficient of variation is high. For unexplained reasons, there is often a specimen that behaved differently causing the high coefficient of variation. We have found no reason that would relate the variation in test results to the testing procedure. The variation seems to be responsible for the variability of this property of the concrete.

TABLE 1

GRADING OF AGGREGATES

FINE AGGREGATE		COARSE AGGREGATES				
SIEVE SIZE	CUMULATIVE PERCENTAGE RETAINED	SIEVE SIZE	CUMULATIVE PERCENTAGE RETAINED			
			20 mm	14 mm	10 mm	COMBINED
5.0 m	4.4	28 mm	-	-	-	-
2.5 mm	11.6	20 mm	15.6	-	-	6.2
1.25 mm	22.9	14 mm	74.2	11.1	-	34.1
600 μm	43.6	10 mm	95.6	63.1	0.2	63.5
315 μm	77.8	5 mm	98.2	98.0	76.6	93.8
160 μm	95.1	2.5 mm	100.0	100.0	96.3	99.3
80 μm	98.8	-	-	-	-	-
Pan	100.0	-	-	-	-	-
Fineness Modulus	2.65	-	-	-	-	-

TABLE 2

PHYSICAL PROPERTIES OF AGGREGATES

PHYSICAL PROPERTIES	FINE AGGREGATE[3]	COARSE AGGREGATE[4]
Specific Gravity	2.70	2.70
Absorption (%)	0.60	0.70
Unit Weight (kg/m^3)	-	1672

---

[3] Natural Sand

[4] Crushed Limestone

TABLE 3

CONCRETE MIXTURE PROPORTIONS

W/C BY WEIGHT	CEMENT (kg/m^3)	WATER (kg/m^3)	AGGREGATE		ADMIXTURES (mℓ/100 kg Cement)		
			FINE (kg/m^3)	COARSE (kg/m^3)	AEA	WR	SUPERPL.
0.21	591	126	660	1035	33	-	16900
0.30	440	132	758	1027	370	-	6480
0.40	399	160	758	1027	25	250	-
0.50	292	146	829	1021	25	250	-
0.60	255	153	870	1021	20	250	-
0.70	226	157	892	1024	12	250	-
0.80	209	167	903	1009	10	250	-

TABLE 4

PROPERTIES OF FRESH AND HARDENED CONCRETE

W/C	CONCRETE TEMPERATURE (°C)	SLUMP (mm)	AIR CONTENT (%)	UNIT WEIGHT (kg/m^3)	COMPRESSIVE STRENGTH (MPa)[5]			
					1 m	3 m	6 m	12 m
0.21	19	210	6.2	2357	58.1	68.7	67.6	68.1
0.30	16	230	7.2	2333	57.4	58.5	62.5	65.5
0.40	15	60	5.5	2362	47.0	50.1	52.8	59.3
0.50	18	70	8.2	2279	32.5	37.1	34.6	40.4
0.60	17	60	7.0	2290	30.3	33.4	33.1	35.4
0.70	18	60	6.6	2300	21.8	23.4	25.6	26.2
0.80	20	60	6.2	2301	17.1	19.3	20.7	21.2

[5] Average of 3 cylinders.

TABLE 5

PERMEABILITY TEST RESULTS

W/C	TESTING PERIOD	PERMEABILITY : $k \times 10^{-13}$ m/sec[6]					
		SAMPLE			MEAN	$\bar{R}$	V%
		1	2	3			
0.22	[7]	-	-	-	-	-	-
0.30	[7]	-	-	-	-	-	-
0.40	60-day	1.70	4.38	2.68	2.92	2.68	59
	120-day	1.34	2.27	1.56	1.72	0.93	32
	180-day	0.83	1.43	0.99	1.08	0.60	33
	240-day	-	0.95	0.81	0.88	0.14	14
	360-day	-	0.88	0.75	0.82	0.13	14
0.50	60-day	1.45	2.00	9.38	4.28	7.93	109
	60-day	1.45	2.00	-	1.72	0.55	28
	120-day	1.45	1.64	9.78	4.29	8.33	115
	120-day	1.45	1.64	-	1.55	0.19	111
	180-day	1.28	1.33	8.02	3.54	6.74	112
	180-day	1.28	1.33	-	1.31	0.05	3
0.60	60-day	5.02	7.11	4.22	5.45	2.89	31
	120-day	7.51	7.44	1.49	5.48	5.72	62
	120-day	7.51	7.44	-	7.47	0.07	1
	180-day	6.85	6.12	0.76	4.58	6.09	78
	180-day	6.85	6.12	-	6.48	0.73	10
0.70	<60-day[8]	33	131	862	342	829	143
0.80	<60-day[6]	173	253	310	245	137	33

---

[6] Based on a 480-hour out flow; 240 hours before and after the mentioned testing period.

[7] Sample still under test.

[8] See table 6.

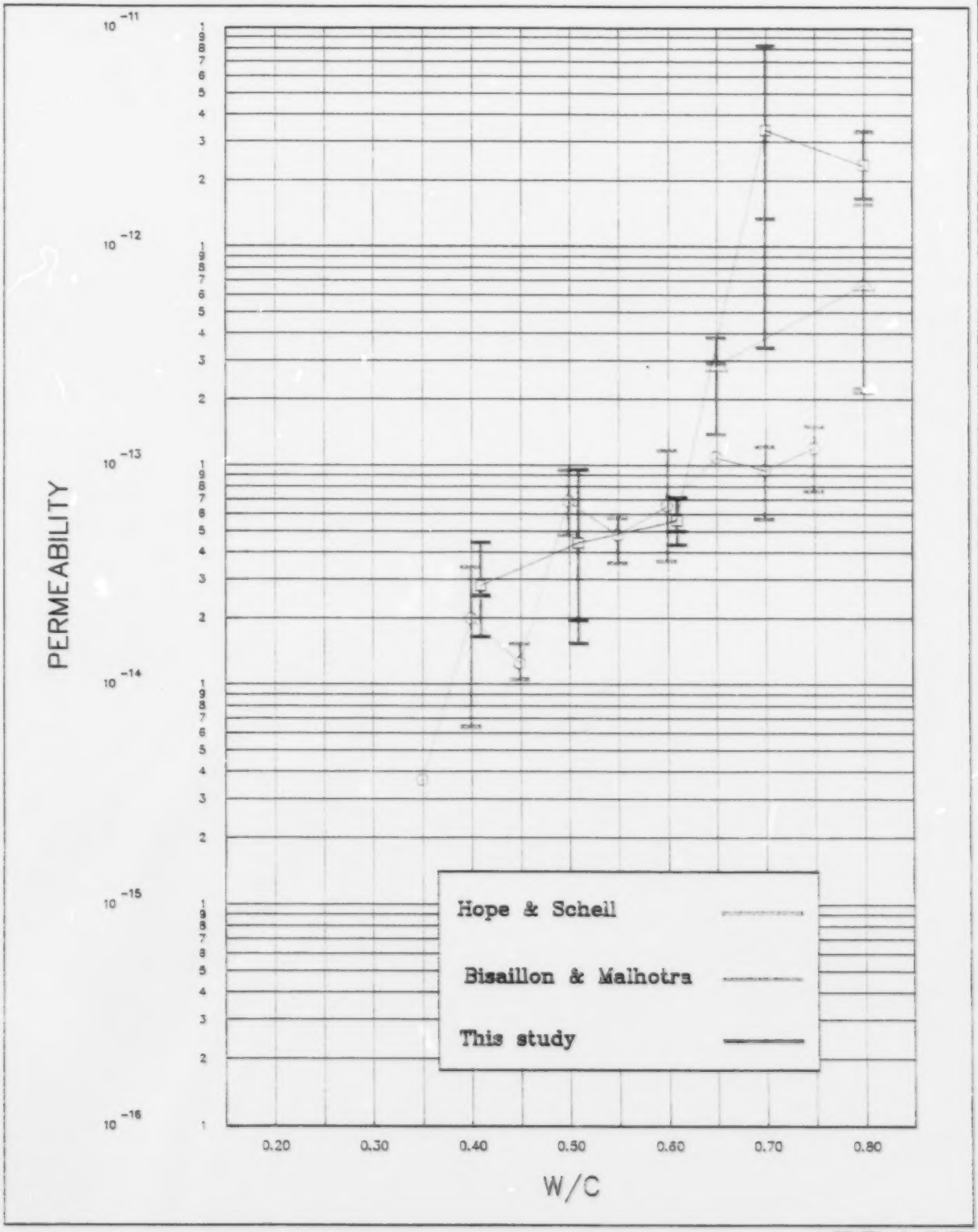
TABLE 6

PERMEABILITY TEST RESULTS

	PERMEABILITY: $k \times 10^{-13}$ m/sec			
W/C	HOURS UNDER TEST	TEST CONDITION STABLE	HOURS UNDER TEST	TEST CONDITION UNSTABLE
0.70	980	33	1070	30000
	915	131	925	23100
	640	862	650	4260
	Mean : 845	342	880	19120
	$\bar{R}$ %	829	-	25740
	V %	143	-	80
0.80	945	253	960	145000
	525	173	555	587000
	765	310	790	164000
	Mean : 745	245	770	299000
	$\bar{R}$ %	137	-	442
	V %	33	-	87

FGURE 1

Summary of different permeability
test using the procedure of this study



PB1FV1_0-SI/JPG

APPENDIX A

CIMENT ST-LAURENT

986 chemin des Prairies
Case postale 480
Joliette (Québec)
J6E 8H7

Tél. Joliette (514) 756-1076
Tél. Montréal (514) 878-4421
Télécopieur (514) 756-4368
Télex 05-267430

-- *CERTIFICAT DE CIMENT, Type 10* --

Période : 1 Nov 1990 au 30 Nov 1990

Date : 10 Dec 1990

ANALYSE CHIMIQUE

(%)

Perte au Feu	2.6
Insolubles	0.8
Chaux Libre	0.3
SiO_2	20.4
Al_2O_3	4.4
Fe_2O_3	3.2
CaO	62.1
MgO	2.4
SO_3	3.4

Composition minéralogique

C_3S	54.4
C_2S	18.1
C_3A	6.2
C_4AF	9.7

ESSAIS PHYSIQUES

Finesse Blaine (m^2/kg) 347
Passant (45 µ) .. 86.0 %

Expansion à l'autoclave .. 0.029 %

Temps de prise initiale .. 173 min
finale ..... 300 min

Teneur en air ..... 10.7 %

Fausse prise 74.6

Résistance à la compression

à 3 jrs	22.5 MPa
à 7 jrs	30.6 MPa
à 28 jrs	n/d MPa
29 Oct- 4 Nov. 90 28 jrs	38.3 MPa

Le ciment représenté par ce certificat est conforme aux exigences régulières de (s) norme (s) ci-dessous (dernière revision):
ACNOR/CSA - CAN3 - A5 - M88

Signature : Ian Campbell

Ian Campbell,
Chef Chimiste

Na2O = 0.24 K2O = 0.87
Alkalis Total = 0.82

Ciment St-Laurent (Indépendant) inc
Une compagnie du groupe d'entreprises contrôlée par Holderbank North America Inc.

AIREX-L

DESCRIPTION

AIREX-L est un agent synthétique naturel entraîneur d'air qui améliore considérablement les propriétés du béton frais, du béton durci et des produits de béton. AIREX-L produit de meilleurs vides, plus stables, qui assurent la rencontre facile du volume spécifié. L'air entraîné par l'AIREX-L réduit l'eau nécessaire au gâchage tout en améliorant la plasticité et la maniabilité du béton. La ségrégation des granulats, la formation de nids de cailloux et le ressuage sont alors réduits de façon très importantes. Mais, le résultat le plus marquant découlant de l'utilisation de l'AIREX-L est la durabilité nettement supérieure du béton à air entraîné lorsque comparé aux produits concurrents. AIREX-L est préférablement ajouté à l'eau de gâchage; il peut être ajouté au sable ou au béton frais si la première méthode présente des difficultés.

MECANISME DE L'AIR ENTRAINE

L'addition de l'AIREX-L au mélange de béton pendant le malaxage produit une très grande quantité de micro bulles, environ 200 000 par cm^3, de structure très stable. Ce système de bulles microscopiques joue le rôle de vase d'expansion lors du gel du béton durci réduisant ainsi les pressions hydrauliques et permettant une meilleure répartition des efforts.

RESISTANCE AU GEL ET AUX INTEMPERIES

Quoiqu'un béton de qualité puisse être généralement considéré comme étant imperméable, il y a inévitablement de l'eau à l'intérieur des pores par suite de l'action capillaire, par pénétration sous pression, ou les deux à la fois. Cette eau se dilate et forme des micro cristaux de glace lorsque le béton gèle. L'action des gels et dégels consécutifs conduit éventuellement à la désintégration du béton non traité. La structure interne d'un béton à l'AIREX-L est modifié par la présence de bulles indépendantes formant des discontinuités dans le béton. La pression hydraulique est transmise aux parois d'une façon plus uniforme. Les bulles améliorent l'imperméabilité des bétons en limitant les remontées d'eau par capillarité. La durabilité du béton est fortement accrue, de même que sa résistance aux eaux agressives.

A) Un béton ayant une résistance de 30 MPa et une teneur en air de 7% avec AIREX-L ne montre aucune trace de désintégration après 250 cycles de gel et dégel.

B) Le même béton sans AIREX-L a perdu 5.7% de sa masse après seulement 100 cycles de gel et dégel.

C) Le même béton sans AIREX-L a perdu 7.9% de sa masse après 250 cycles de gel et dégel.

COMPATIBILITE AVEC LES AUTRES ADJUVANTS

AIREX-L peut être ajouté au béton avec tout adjuvant réducteur d'eau approuvé; à prise normale ou à prise légèrement retardée, tel que le TCDA TYPE XA. Les effets combinés de l'occlusion d'air, avec l'AIREX-L, et de la dispersion du ciment, avec le TCDA permettent de réduire de 15% la quantité d'eau de mélange.

AMELIORATION DE L'OUVRABILITE

Par leur parfaite élasticité, les bulles d'air entraîné agissent comme un roulement à billes. Elles lubrifient et diminuent le frottement interne du béton. En plastifiant ainsi le béton, elles permettent de diminuer l'eau de gâchage, sans perte équivalente d'affaissement.

CONTROLE DE LA TENEUR EN AIR

Comme un contenu excessif d'air peut diminuer la résistance du béton, l'AIREX-L est formulé sous forme stabilisée. Son dosage n'est pas excessivement sensible et son ajout est facile avec les appareils couramment employés, assurant ainsi un bon contrôle de la teneur en air.

DOSAGES RECOMMANDES

1) Béton non-adjuvanté
45 à 100 ml/100 kg de ciment.

2) Béton adjuvanté TCDA TYPE XA
20 à 100 ml/100 kg de ciment.

3) Fabrication de blocs et de tuyaux de béton
60 à 185 ml/100 kg de ciment.

Le dosage nécessaire pour obtenir une teneur en air spécifié varie suivant:

- La nature, la finesse et le dosage en ciment.
- L'utilisation de cendres volantes.
- Le rapport eau-ciment.
- L'utilisation d'adjuvants réducteurs d'eau.
- La granulométrie du sable.
- Le malaxage.
- La température du mélange de béton.

Ceci explique l'éventail des dosages suggérés.

MSTM: MÉTHODE STANDARD TEST MULCO
Avis important à l'acheteur: Ce qui suit a pour but de remplacer les droits exprimés ou tacites, les garanties ou conditions, statutaires ou autres: la seule obligation des vendeurs ou du manufacturier sera de remplacer seulement la quantité du produit prouvé défectueux. Ni le vendeur, ni le manufacturier ne sera responsable de quelque blessure, perte ou dommage directs ou découlant de l'usage ou de l'incapacité d'utiliser le produit. Avant l'utilisation, l'usager devra déterminer l'accord du produit avec l'utilisation projetée, et l'usager assume tout risque et toute responsabilité quels qu'ils soient, en rapport avec cela. Ce qui précède ne peut être changé si ce n'est par une entente signée par les représentants officiels des vendeurs et manufacturier.

MSTM: MULCO STANDARD TEST METHOD
Important notice to purchaser: The following is made in lieu of all expressed or implied rights, warranties and conditions, statutory or otherwise: Sellers and manufacturer's only obligation shall be to replace such quantity of the product proven to be defective. Neither seller nor manufacturer shall be liable for any injury, loss or damage, direct or consequential arising out of the use or the inability to use the product. Before using, user shall determine the suitability of the product for his intended use, and the user assumes all risk and liability whatsoever in connection therewith. The foregoing may not be altered except by an agreement signed by the officers of sellers and manufacturer.

CARACTERISTIQUES CHIMIQUES ET PHYSIQUES

L'AIREX-L est une solution aqueuse de sels purifiés modifiés d'un hydrocarbure sulfoné. Il contient un catalyseur qui favorise l'hydratation complète du ciment Portland.

Densité relative à 23°C	:	1,004 à 1,009
Valeur du Ph	:	6,5 à 7,5
Couleur	:	Brune
Chlorure de calcium	:	Nil
Toxicité	:	Produit non contrôlé (SIMDUT)
Solubilité	:	Dans l'eau
Point de congélation	:	-5°

Si l'AIREX-L gèle, une simple agitation lui redonne toutes ses propriétés. Un échantillon devrait être soumis à notre laboratoire de contrôle pour vérification.

ACCEPTATION

AIREX-L est conforme aux exigences des normes ACNOR, CAN3-A-266.1 et ASTM C-260. Des essais ont été effectués par des laboratoires commerciaux et universitaires.

SPECIFICATIONS SUGGEREE

Le béton doit contenir un pourcentage d'air occlus tel qu'indiqué dans la norme ACNOR CAN3-A23.1. L'agent entraîneur d'air sera de l'AIREX-L, tel que fabriqué par Mulco Inc.

DISPONIBILITE

En vrac, par camion-citerne.
En baril de 205 litres.
En contenant de 20 litres.

"EVITER LE GEL"

MULCO

TCDA TYPE XAH

ADJUVANT REDUCTEUR D'EAU

DESCRIPTION

Le TCDA TYPE XAH est une solution concentrée de lignosulfonate.

Le TCDA TYPE XAH rencontre et dépasse les exigences des normes ACNOR CAN3-A266.2 type EN et ER ainsi que ASTM C494 type A et D.

PROPRIETES

Le béton préparé avec le TCDA TYPE XAH présente un temps de prise légèrement inférieur à celui obtenu avec le TCDA TYPE XA. L'efficacité de l'adjuvant au niveau du temps de prise varie selon les caractéristiques des ciments utilisés.

Le TCDA TYPE XAH permet une réduction d'eau de 5% à 15% tout dépendant du dosage et des caractéristiques du ciment.

Le TCDA TYPE XAH est parfaitement compatible avec les autres adjuvants. Les adjuvants doivent malgré tout, être ajoutés séparément. Grâce à une synergie, le dosage de l'agent entraîneur d'air peut être réduit de façon sensible lorsque utilisé avec le TCDA TYPE XAH.

Le TCDA TYPE XAH ne contient aucun chlorure de calcium.

AVANTAGES

Le TCDA TYPE XAH:

- Permet une réduction du rapport eau/ciment, ce qui entraîne ainsi une économie de ciment si désiré.
- Permet une hydratation plus complète.
- Amélioree la plasticité du béton. Le mélange est plus pâteux.
- Augmente les résistances mécaniques.

La formulation du TCDA TYPE XAH permet l'augmentation du dosage par temps chaud pour une prise légèrement retardée.

TABLEAU COMPARATIF

Résistance en compression
TCDA TYPE XAH (250 ml/100 kg de ciment)

	AVEC ADJUVANT (MPa)	SANS ADJUVANT (MPa)
3 d	20.8	17.3
7 d	24.3	21.1
28 d	29.0	25.8

DOSAGES RECOMMANDES

Prise normale	TYPE EN	250 ml/100 kg de ciment. De 200 à 300 ml/100 kg, TCDA TYPE XAH rencontre le type EN.
Retardeur de prise	TYPE ER	350 ml/100 kg de ciment. De 300 à 500 ml/100 kg, TCDA TYPE XAH rencontre le type ER.

Le dosage optimum de l'adjuvant peur varier selon les ciments, les granulats et les conditions de chantier.

CARACTERISTIQUES CHIMIQUES ET PHYSIQUES

Densité relative à 23°C	1.20 à 1.22
Solides	41.0 à 43.0
Valeur du Ph	6.5 à 7.5
Couleur	Liquide brun
Chlorure de calcium	Nil
Toxicité	Produit non contrôlé (SIMDUT)
Solubilité	Dans l'eau

PRECAUTIONS

Le ressuage du béton peut diminuer avec un surdosage de l'adjuvant réducteur d'eau. Par temps chaud et venteux, des précautions doivent être prises pour éviter un assèchement trop rapide des surfaces de béton.

DISPONIBILITE

En vrac, par camion-citerne.
En baril de 205 litres.
En contenant de 20 litres.

La fiche signalétique et le document de conformité à la norme CAN3-A266.2 sont disponibles sur demande.

EVITER LE GEL

MSTM: MÉTHODE STANDARD TEST MULCO
Avis important à l'acheteur: Ce qui suit a pour but de remplacer tes droits exprimés ou tacites, tes garanties ou conditions, statutaires ou autres: la seule obligation des vendeurs ou du manufacturier sera de remplacer seulement la quantité du produit prouvé défectueux. Ni le vendeur, ni le manufacturier ne sera responsable de quelque blessure, perte ou dommage directe ou découlant de l'usage ou de l'inaptitude d'utiliser le produit. Avant l'utilisation, l'usager devra déterminer l'accord du produit avec l'utilisation projetée, et l'usager assume tout risque et toute responsabilité quels qu'ils soient, en rapport avec cela. Ce qui précède ne peut être changé si ce n'est par une entente signée par les représentants officiels des vendeurs et manufacturier.

MSTM: MULCO STANDARD TEST METHOD
Important notice to purchaser: The following is made in lieu of all expressed or implied rights, warranties and conditions, statutory or otherwise: Sellers and manufacturer's only obligation shall be to replace such quantity of the product proven to be defective. Neither seller nor manufacturer shall be liable for any injury, loss or damage, direct or consequential arising out of the use or the inability to use the product. Before using, user shall determine the suitability of the product for his intended use, and the user assumes all risk and liability whatsoever in connection therewith. The foregoing may not be altered except by an agreement signed by the officers of sellers and manufacturer.

MULCOPLAST CH

SUPERPLASTIFIANT ACNOR CAN3 A266.6 TYPE SPN

DESCRIPTION

Le MULCOPLAST CH est un superplastifiant pour le béton à base de sulfonate de naphtalene pur.

Le MULCOPLAST CH fluidifie le béton et permet l'augmentation considérable des résistances mécaniques.

Le MULCOPLAST CH rencontre les exigences des normes ACNOR CAN3-A266.6 Type SPN, CAN3-A266.2 Types EN et FN et ASTM C-494 Types A et F.

PROPRIETES

Le MULCOPLAST CH crée des charges électriques négatives qui sont absorbées à la surface des particules. Ces charges anioniques produisent des forces électrostatiques répulsives qui dispersent les particules augmentant ainsi la fluidité des bétons.

1. AMELIORATION DE LA FLUIDITE DU BETON

Le MULCOPLAST CH permet la production d'un béton de résistance équivalente à un béton référence sans superplastifiant mais avec un affaissement plus élevé. Le dosage du MULCOPLAST CH peut être ajusté en fonction de l'affaissement désiré. Contrairement à l'ajout d'eau, l'addition du MULCOPLAST CH n'affecte pas les résistances mécaniques.

			RESISTANCE EN COMPRESSION (MPa)			
	E/C	AFF (mm)	24 h	3d	7d	28d
REFERENCE	0,54	85	8,3	15,1	19,0	24,9
MULCOPLAST CH	0,54	225	8,3	15,2	18,8	24,8

CIMENT: 305 kg/m³

2. AUGMENTATION DE LA RESISTANCE EN COMPRESSION

La réduction du rapport eau/ciment (E/C), rendu possible par l'addition du MULCOPLAST CH, permet de produire des bétons de résistances en compression plus élevées que celles de bétons références sans superplastifiant et ce à un affaissement semblable et avec la même quantité de ciment.

	E/C	AFF (mm)	RESISTANCE EN COMPRESSION (MPa) 24 h	3d	7d	28d
REFERENCE	0,54	85	8,3	15,1	19,0	24,9
MULCOPLAST CH	0,46	120	12,6	20,7	24,8	31,0

CIMENT: 305 kg/m³

3. BETON A TRES HAUTE RESISTANCE

Avec l'utilisation du MULCOPLAST CH, on peut produire des bétons de chantier ayant des résistances en compression supérieures à 90 MPa. Avec optimisation du mélange de béton, des résistances en compression de l'ordre de 150 MPa ont déjà été obtenues en laboratoire.

CIMENT (type 30)	485 kg/m³	E(C+SF)= 0,23
FUMEES DE SILICE	54 kg/m³	AFF. = 170 mm
MULCOPLAST CH	17,0 l/m³	
RESISTANCE EN COMPRESSION (MPa) (100 x 200 mm)	1 d : 64,5 28 d : 117,2	6 mois: 151,3

AVANTAGES

- Pour une même teneur en eau, l'ouvrabilité du béton est améliorée, et ce sans ségrégation. Le béton se place beaucoup mieux dans les coffrages chargés d'acier d'armature et les coûts de construction sont réduits.
- Les résistances mécaniques sont augmentées.
- La durabilité du béton superplastifie est améliorée.
- L'homogénéité du mélange du béton est amélioré dans les usines et camions malaxeurs.
- A teneur en eau équivalente, le temps de prise du béton frais n'est pas modifié.
- La production de béton à très haute résistance 90 MPa et plus est maintenant possible.

COMPATIBILITE AVEC AUTRES ADJUVANTS

Le MULCOPLAST CH est compatible avec tous les ciments et adjuvants qui rencontrent leurs normes respectives ASTM et ACNOR. Chaque adjuvant doit toutefois être ajouté séparément.

Le MULCOPLAST CH est utilisé avec et sans réducteur d'eau ou rétardateur de prise. Par temps chaud, on recommande toujours l'utilisation de réducteur d'eau ou rétardateur de prise.

Pour obtenir un réseau de bulles d'air adéquat et une stabilité de la quantité d'air, on recommande des adjuvants entraîneurs d'air de qualité supérieure tel que l'AIREXTRA de Mulco Inc.

MSTM: MÉTHODE STANDARD TEST MULCO
Avis important à l'acheteur: Ce qui suit a pour but de remplacer les droits exprimés ou tacites, les garanties ou conditions, statutaires ou autres. La seule obligation des vendeurs ou du manufacturier sera de remplacer seulement la quantité du produit prouvé défectueux. Ni le vendeur, ni le manufacturier ne sera responsable de quelque blessure, perte ou dommage directs ou découlant de l'usage ou de l'incapacité d'utiliser le produit. Avant l'utilisation, l'usager doive déterminer l'accord du produit avec l'utilisation projetée, et l'usager assume tout risque et toute responsabilité quelle qu'ils soient, en rapport avec cela. Ce qui précède ne peut être changé si ce n'est par une entente signée par les représentants officiels des vendeurs et manufacturier

MSTM: MULCO STANDARD TEST METHOD
Important notice to purchaser. The following is made in lieu of all expressed or implied rights, warranties and conditions, statutory or otherwise. Sellers and manufacturer's only obligation shall be to replace such quantity of the product proven to be defective. Neither seller nor manufacturer shall be liable for any injury, loss or damage, direct or consequential arising out of the use or the inability to use the product. Before using, user shall determine the suitability of the product for his intended use, and the user assumes all risk and liability whatsoever in connection therewith. The foregoing may not be altered except by an agreement signed by the officers of sellers and manufacturer

CARACTERISTIQUES CHIMIQUES ET PHYSIQUES

Densité relative à 23°C	1,19 à 1.23
Teneur en solide	40,0% à 42,0%
Valeur du Ph (solution 10%)	7,5 à 8,5
Couleur	Liquide brun
Chlorure de calcium	Nil
Toxicité	Produit non contrôlé (SIMDUT)
Solubilité	Dans l'eau
Sulfate	2,5% ± 0,5%
Formaldehyde	Nil

DOSAGES RECOMMANDES

0,4 - 2,0 litres/100 kg de ciment.

L'efficacité du **MULCOPLAST CH** dépend de plusieurs facteurs. Dans la majorité des cas, un dosage de 500-750 ml/100 kg sera suffisant. Le dosage en superplastifiant augmente:

plus la température ambiante et celle du béton augmente;
plus la quantité du ciment est élevée;
plus le rapport eau/ciment est faible;
plus l'affaissement initial est bas; et
plus l'affaissement final recherché est élevé.

On peut surajouter sans risque une dose du béton traité pour maintenir ou reproduire les caractéristiques d'ouvrabilité. Dans ce cas, on peut s'attendre à un léger retard de prise initiale.

Tout dépendant des constituants utilisés, des conditions ambiantes et du temps de transport, le **MULCOPLAST CH** peut être additionné soit à l'usine soit sur le chantier tout juste avant la mise en place du béton.

Le **MULCOPLAST CH** peut être ajouté au béton au même moment que l'eau de gâchage. L'effet fluidifiant augmente lorsque le superplastifiant est ajouté vers la fin du cycle de malaxage.

L'addition du **MULCOPLAST CH** au ciment et aux granulats secs n'est pas recommandé car l'effet fluidifiant est considérablement réduit.

DISPONIBILITE

En vrac, par camion-citerne / en baril de 205 litres / en contenant de 20 litres

Documents d'approbation ACNOR et fiche signalétique disponibles sur demande.

EVITER LE GEL

MULCO